

(10)

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

C 22 C 38/00

38/26

識別記号

3 0 2 E  
3 0 1 M

庁内整理番号

7047-4K  
7047-4K

⑬ 公開 平成4年(1992)6月26日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑭ 発明の名称 被削性に優れた冷間工具鋼

⑯ 特 願 平2-307884

⑰ 出 願 平2(1990)11月14日

⑱ 発 明 者 福 島 捷 昭 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内

⑲ 発 明 者 奥 野 利 夫 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内

⑳ 発 明 者 河 部 康 伸 島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内

㉑ 出 願 人 日立金属株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

被削性に優れた冷間工具鋼

## 2. 特許請求の範囲

(1) 重量%でC 0.30%を越え2.80%以下、Si 2.0%以下、Mn 2.0%以下、Cr 2.0-20.0%、Mo、Wの1種または2種をMo+1/2Wで6.0%以下、V、Nbの1種または2種をV+1/2Nbで5.0%以下、Cu 0.5-3.0%を含有し、残部Feおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする被削性に優れた冷間工具鋼。

(2) 重量%でC 1.3%を越え2.80%以下、Si 2.0%以下、Mn 2.0%以下、Cr 2.0-20.0%、Mo、Wの1種または2種をMo+1/2Wで6.0%以下、V、Nbの1種または2種をV+1/2Nbで5.0%以下、Cu 0.5-3.0%を含有し、残部Feおよび不可避免の不純物からなることを特徴とする被削性に優れた冷間工具鋼。

(3) Ni 0.3-3.0%を含有する請求項1または2に記載の被削性に優れた冷間工具鋼。

(4) Co 6.0%以下を含有する請求項1ないし3のいずれかに記載の被削性に優れた冷間工具鋼。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は冷間工具鋼に関し、より詳しくは、正規の熱処理を行なった鋼が高硬度、高韧性を同時に満足するとともに、焼なまし状態の素材の被削性が特に優れた冷間工具鋼である。

〔従来の技術〕

各種治具、型等に用いられる冷間工具鋼は、一般には焼なまし状態の素材に機械加工を施して粗型彫したのち、正規の熱処理を行ない、次いで仕上加工が施される。上記機械加工においては、仕上形状により旋盤による切削、フライス盤による面切削、ボール盤による孔あけ等が実施されている。このように冷間工具鋼を用いる金型の製作には多大な加工工数を要するため、被削性に優れた材料の提供が望まれていた。

工具鋼の被削性を高める研究は、以前から行なわれており、Sを添加することによる被削性の改

## 特開平4-180541 (2)

替、Pb等の低融点金属を添加した被削性の改善、あるいはCa, S, Se等の複合添加による被削性の改善は一般によく知られている。また、Cu添加の快削鋼として、特開昭57-114643号に開示されている含Mnオーステナイト系非磁性鋼、特公昭62-34828号に開示されている快削性プラスチック成形ブリハードン金型用鋼があるが、これ等はいずれもSを共に添加しており、それ等の快削性元素の複合添加で正規の熱処理、つまり調質状態での被削性の改善を狙ったものである。

## 〔発明が解決しようとする課題〕

工具鋼のうち冷間工具鋼は、高硬度で使用されるため、靱性の低下は工具の寿命を大きく左右するので、靱性に対して悪影響を及ぼす元素の添加は、極力避けられているのが現状である。したがって、被削性を向上させる、S, Pb, Ce, Te等の元素は、靱性の劣化をもたらすため一般に冷間工具鋼には添加されない。

通常の冷間工具鋼の機械加工は、焼なまし状態の素材を目的形状に切削するが、冷間工具鋼の特

性上、硬い炭化物等多量に含まれるため、切削工具の摩耗が著しく、頻繁に切削工具の再研磨や取り替えが必要となるだけでなく、高速加工の点で問題があった。

本発明は、正規の熱処理後の強度、靱性が良好で、しかも焼なまし状態での被削性を高めることができる冷間工具鋼を提供することを目的としたものである。

## 〔課題を解決するための手段〕

本発明のうち、第1の発明は重量%で、C 0.30%を超え2.80%以下、Si 2.0%以下、Mn 2.0%以下、Cr 2.0-20.0%、Mo, Wの1種または2種を $Mo + 1/2W$ で6.0%以下、V, Nbの1種または2種を $V + 1/2Nb$ で5.0%以下、Cu 0.5-3.0%を含有し、残部Feおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性に優れた冷間工具鋼であり、第2の発明は重量%でC 1.3%を超え2.80%以下、Si 2.0%以下、Mn 2.0%以下、Cr 2.0-20.0%、Mo, Wの1種または2種を $Mo + 1/2W$ で6.0%以下、V, Nbの1種または2種を $V + 1/2Nb$ で5.0%以

下、Cu 0.5-3.0%を含有し、残部Feおよび不可避免的不純物からなることを特徴とする被削性に優れた冷間工具鋼であり、第3の発明はNi 0.3-3.0%を含有する第1または第2の発明に記載の被削性に優れた冷間工具鋼であり、第4の発明はCo 6.0%以下を含有する第1ないし第3の発明のいずれかに記載の被削性に優れた冷間工具鋼である。

## 〔作用〕

次に本発明鋼の成分限定理由について述べる。

CはCr, W, Mo, V, Nbなど炭化物形成元素との間に炭化物を形成して耐摩耗性を高める効果があり、また、組織をマルテンサイトに整え、冷間工具鋼としての硬さを得るうえで重要な元素である。高すぎると炭化物の量が過多となり、靱性が低下するとともに熱間加工性が劣化し、逆に低すぎると十分な硬さが得られず、また炭化物量が不足して、良好な耐摩耗性が得られないため0.3%を超え2.8%以下に限定する。Cのより望ましい範囲は1.3%を超え2.80%以下である。

Siは通常脱酸剤として、また基地に固溶して

焼もどし硬さを高める効果を得るために添加されるが、2.0%を超えると加工性、靱性を低下させるので上限を2.0%とした。

MnはSiと同様、脱酸剤として、また焼入性の向上のために添加されるが、高すぎると焼なまし硬さを過度に高め、機械加工性を低下させるため2.0%を上限とした。

Crは炭化物生成元素であり、Cとの間に硬質のM<sub>23</sub>C<sub>6</sub>タイプの炭化物を生成し、耐摩耗性を高めるとともに、基地に固溶して焼入性を向上させる重要な元素である。Cr量はC量とのバランスにより炭化物量や焼入性が決定されるが、低すぎると十分な耐摩耗性、焼入性が得られないので3.0%以上とし、また多すぎると巨大炭化物を過剰に晶出して靱性を害し、またフェライトを生成し、十分な硬さが得られなくなるので20.0%以下とした。

Mo, Wは、炭化物を形成して耐摩耗性を高めると共に、焼入性を向上させ、また焼もどしによって微細な特殊炭化物を析出して強い二次硬化をも

## 特開平4-180541 (3)

たらず、Wの原子量はMoの約2倍であるところから、Mo、Wの1種または2種をMo当量( $Mo + 1/2W$ )で規定した。本発明鋼の場合、多量の添加は必要でなく、多すぎると巨大炭化物を生成して靱性を低下させるためMo+1/2Wで6.0%以下とした。

V、Nbはともに硬質で微細なMC型炭化物を形成し、耐摩耗性を向上させるのと同時に二次硬化を付与する上で極めて有効な元素である。V、Nbは上記効果を得るため添加するが、多すぎると巨大炭化物を生成して、靱性を劣化させる。

Nbの原子量はVの約2倍であるところから、V、Nbの1種または2種をV当量( $V + 1/2Nb$ )で規定し、その上限を5.0%とした。

Cuは本発明鋼の焼なまし状態において、優れた被削性を付与する上で重要な元素であり、基地中に微細なFe-Cu固溶体を析出させて基地の延性を適度に低減して、被削性の向上に対して有効な効果をもたらす。上記の効果を得るには、最低0.5%が必要であるが、逆に添加量が多くなりす

ぎると熱間加工性が低下するほか、熱処理後の硬さが得にくくなり、また靱性も低下するのでCuの範囲を0.5-3.0%に限定する。

なお、Cuの適度な添加は焼なまし状態の被削性を向上させるだけでなく、調質状態における靱性の低下がS、Pb、Ce、Teなどの被削性に有効な元素の添加に比べて最少である点に大きな特徴がある。

Niは基地に固溶して靱性を高めるのに有効であり、また焼入性の向上に効果があるため、必要に応じて添加される。

上記の効果を得るためには最低0.3%が必要であるが、3.0%を超えて添加した場合、焼なまし硬さを過大とし、被削性の低下をまねき、また残留オーステナイトが増加し、焼入硬さを低下させることからNiの範囲を0.3-3.0%とした。

Coは耐熱性を付与する効果を有するほか、被加工材との焼付きを防止する効果があり、必要に応じて添加される。Coを6.0%を超えて添加すると靱性の低下をまねくのでその上限を6.0%に限定

する。

## 〔実施例〕

以下に本発明を実施例について説明する。

供試材として第1表に示すNo.1-No.27の組成の鋼を溶製し、得られた鋼塊を熱間鍛造した後、焼なまし処理を施して以下に示す実験に供した。各試料のうち、No.1,7,11,13,16,18,21,23および25は各特性を比較するための従来鋼であり、No.2,3,4,5,8,9,10,12,14,15,17,19,20,22,24,26および27は本発明鋼である。また、No.6はCuを過剰に含有した比較鋼である。

特開平4-180541 (4)

第 1 表

試料 No.	区 分	化 学 組 成 (wt%)											
		C	Si	Mn	Ni	Cr	W	Mo	V	Nb	Co	Cu	Fe
1	従 来 鋼	1.47	0.21	0.43	—	11.71	—	0.85	0.23	—	—	—	残
2	本発明鋼	1.48	0.22	0.40	—	11.93	—	0.86	0.21	—	—	0.52	"
3	"	1.45	0.27	0.47	—	11.47	—	0.83	0.21	—	—	1.03	"
4	"	1.51	0.30	0.41	—	11.61	—	0.85	0.22	—	—	2.66	"
5	"	1.46	0.31	0.40	—	12.01	0.57	0.63	—	0.11	0.60	1.14	"
6	比 較 鋼	1.47	0.20	0.47	—	11.80	—	0.83	0.24	—	—	3.17	"
7	従 来 鋼	0.97	1.00	0.40	0.82	7.50	—	2.13	0.25	0.20	—	—	"
8	本発明鋼	0.85	1.12	0.42	0.81	7.61	—	2.04	0.27	0.19	—	1.01	"
9	"	0.99	1.10	0.39	0.80	7.46	—	2.06	0.25	0.21	—	1.86	"
10	"	0.97	0.99	0.41	0.84	7.55	0.17	1.88	—	0.23	0.33	1.08	"
11	従 来 鋼	2.17	0.45	0.62	—	11.82	—	0.97	3.86	—	—	—	"
12	本発明鋼	2.09	0.41	0.64	—	11.80	—	0.99	3.77	—	—	0.86	"
13	従 来 鋼	0.42	0.86	0.70	0.41	16.13	—	0.41	—	—	—	—	"
14	本発明鋼	0.45	0.72	0.57	0.37	16.41	—	0.36	—	—	—	1.03	"
15	"	0.44	0.81	0.66	0.35	15.88	—	0.39	—	0.24	—	1.12	"
16	従 来 鋼	0.83	1.01	0.47	—	8.07	1.57	3.80	0.20	—	2.01	—	"
17	本発明鋼	0.85	0.87	0.51	—	7.78	1.59	3.88	0.19	—	2.20	1.01	"
18	従 来 鋼	1.32	1.00	0.47	—	7.93	1.62	3.89	0.20	—	5.71	—	"
19	本発明鋼	1.35	0.98	0.55	—	8.20	1.59	3.79	0.21	—	5.61	2.40	"
20	"	1.33	0.97	0.49	0.33	8.03	1.63	3.91	—	0.30	5.44	1.42	"
21	従 来 鋼	1.36	0.70	0.75	—	10.82	2.22	—	0.84	—	—	—	"
22	本発明鋼	1.33	0.71	0.73	0.35	10.61	2.31	—	0.80	—	0.83	1.76	"
23	従 来 鋼	0.60	1.70	1.37	1.41	3.75	1.21	2.41	0.40	—	—	—	"
24	本発明鋼	0.62	1.73	1.39	1.43	3.70	1.26	2.41	0.42	—	—	1.56	"
25	従 来 鋼	2.71	0.21	0.41	—	19.02	—	—	3.60	—	—	—	"
26	本発明鋼	2.73	0.23	0.38	—	18.77	—	—	3.54	—	—	1.61	"
27	"	2.66	0.19	0.42	—	19.13	0.56	—	3.43	0.19	0.79	1.01	"

第 2 表

試料 No.	区 分	焼 な ま し			熱処理後の機械的特性			
		かたさ (Hv)	エンドミル 1m切削後 刃先摩耗量 (mm)	エンドミル 2m切削後 刃先摩耗量 (mm)	焼入れ、焼もどし (℃)	かたさ (HRC)	抗折力 (kgf/mm <sup>2</sup> )	JOR シャルビー衝撃値 (kgm/cm)
1	従来鋼	199	0.224	0.234	1030, 180	63.1	298	2.31
2	本発明鋼	207	0.219	0.230	" "	62.8	293	2.21
3	"	216	0.186	0.203	" "	61.9	305	2.22
4	"	220	0.153	0.186	" "	61.5	290	2.17
5	"	215	0.177	0.205	" "	62.0	298	2.20
6	比較鋼	222	0.146	0.170	" "	60.2	140	0.64
7	従来鋼	215	0.145	0.155	1020, 520×2	62.0	451	3.10
8	本発明鋼	234	0.126	0.136	" "	61.7	440	3.01
9	"	236	0.101	0.114	" "	61.5	421	2.96
10	"	237	0.124	0.133	" "	61.7	433	3.01
11	従来鋼	241	0.247	0.261	1050, 180	62.7	175	0.71
12	本発明鋼	244	0.196	0.210	" "	62.5	130	0.60
13	従来鋼	221	0.163	0.174	" "	53.7	540	12.6
14	本発明鋼	229	0.130	0.144	" "	53.8	470	10.8
15	"	234	0.132	0.145	" "	53.5	471	10.5
16	従来鋼	242	0.207	0.216	1090, 530	62.7	205	2.25
17	本発明鋼	256	0.163	0.180	" "	63.4	198	2.10
18	従来鋼	237	0.245	0.262	" "	58.7	223	2.18
19	本発明鋼	229	0.211	0.232	" "	59.1	210	2.03
20	"	231	0.210	0.231	" "	58.8	218	2.07
21	従来鋼	229	0.231	0.239	1090, 220	59.7	230	2.60
22	本発明鋼	235	0.207	0.211	" "	59.1	217	2.54
23	従来鋼	237	0.137	0.147	880, 400	58.3	572	4.60
24	本発明鋼	237	0.116	0.118	" "	58.3	575	4.60
25	従来鋼	307	0.276	0.299	1090, 180	65.2	122	0.63
26	本発明鋼	310	0.240	0.251	" "	65.3	105	0.63
27	"	309	0.238	0.247	" "	65.0	107	0.59

## 特開平4-180541 (5)

被削性の評価方法としては、エンドミル切削で一定距離を切削した後の刃先摩耗を測定し、従来鋼と本発明鋼とを比較することにより評価した。エンドミル切削条件としてはCo含有高速度工具鋼の直径10mmの二枚刃エンドミルを使用し、切削速度:16.5m/min、回転数:RPM、送り:52.5mm/min、切込み幅:1.5mm、切込み深さ:10mm、切削油:ループカット B31で行なった。

試験は、1m切削および2m切削した時点で中断し、それぞれ刃先摩耗量(mm)を測定した。その結果を第2表に示す。

この方法で、刃先摩耗量が少ないものは、被削性が良好であり、従来鋼と比較することによって、本発明鋼の被削性を評価したものである。

なお、刃先摩耗量が少ない場合、切削スピードの高速化が可能であり、効率向上にも有効である。また、第1表の供試材を用いて第2表に示す焼入れ、焼もどしを施した試料について、硬さ、抗折力および衝撃値を求め、これらの結果を第2表に併記した。第1表および第2表からわかるように

No.1は従来鋼のSKD11で、No.2,3,4および5は、SKD11にCuを添加した本発明鋼であり、さらにNo.6はCuを過剰に添加した比較鋼である。Cuの添加量が0.5%以上で増加するに伴って1mおよび2m切削での刃先摩耗量が少なくなるのがわかる。また、この場合の強度、靱性はCu添加量が2.66%までは大きな低下はないが、3.17%の添加では、靱性が急激に低下する。

No.7は、冷間工具鋼のなかでも靱性を重視した従来鋼であり、No.8,9,10はNo.7にCuを添加した鋼である。この従来鋼のNo.7は通常、焼入れ後、高温で焼もどし処理されるものであるが、焼なまし状態の被削性はCuを添加した本発明鋼の方が明らかに良好であるのに対して、No.7と同一条件で、熱処理を施した強度や靱性はNo.6に比較してほぼ同じ特性を示している。またNo.11,13,16,18,21,23および25は、現用の従来鋼であり、No.12,14,15,17,19,20,22,24,26および27は、従来鋼にそれぞれCuを約1-2.4%添加した本発明鋼である。いずれの本発明鋼も同じグループ

の従来鋼に比べ、被削性は良好であり、しかも熱処理後の強度や靱性はほぼ同等であることがわかる。上記の結果のうち、焼なまし状態の刃先摩耗量が比較的大きいC含有量が1.3%を越える鋼に対して特に有効である。

## 〔発明の効果〕

本発明は正規の熱処理を行なった後の冷間工具鋼の強度、靱性が良好で、しかも焼なまし状態での被削性を従来鋼より格段に高めることが可能となり、生産効率を著しく向上させることができる。

出願人 日立金属株式会社

